

电力时钟统一系统 方案说明

西安同步电子科技有限公司

领先的时间频率同步系统供应商

前言

电网正常运行需要统一的时间基准，对于大型电厂，各系统独立配置时钟已不能满足要求，时钟系统应该统一配置。介绍一种集中接收，分层分布时钟系统方案，从全局角度考虑整个电厂时钟系统的配置，时钟主站采用两台高可靠主时钟进行热备，提高了系统的可靠性，同时可拖带扩展钟。根据对时的实际需要在时钟主站上扩展时钟从站，从站也可拖带扩展钟。该系统满足了设备分散、对时距离较远的要求，同时能适应功能的增加和规模的扩充要求。在电站二次设备统一对时系统改造中采用本方案，实际应用表明，该方案达到了设计的对时要求，具有很好的对时效果。

根据电厂目前情况来看，有必要统一全厂的时间，其中最主要的两个地点必须统一起来；即集中控制室和网络控制室。这两个地方是电厂控制发电、供电的主要场所。如果将这两个地方的时间统一起来，在发生系统故障和厂内故障时，我们得到的数据就有了统一的标准，能通过得到的数据、运行参数，判断故障的类型、性质并作出相应的预防和整改措施。

西安同步自行研发生产的电力时钟同步系统设备完全符合于 Q/CSG110018-2011 规范要求，在我公司官网中有关于电力设计的文档中有详细的说明。针对于 2017 修改项对电力同步时钟系统的约束内容，在本文中做出了详细的说明。

一、电力时间同步系统规范

最新出台的电力时间同步系统规范，在 2011 规范原基础上进行了以下修改和增加项：

- a. 对时间同步系统装置、时间同步网和时间同步系统组成结构图作了技术性修改；
- b. 增加了时间同步装置功能要求；
- c. 引用了时间同步装置环境条件以及绝缘及电磁兼容性等要求；
- d. 对时间同步输出信号作了技术性修改；
- e. 增加对闰秒、闰日等预告、识别、处理的要求；
- f. 增加了规范性文件、术语和定义、缩略语、附录 D 主备式时间同步系统的工作方式、附录 E 管理信息定义、附录 F 基准信号选择判据和附录 HPTPoverE1 通信要求。

对规范进行修改，是由于原标准在实施过程中逐渐暴露出对时间同步工作方式的规范不足，缺少对闰秒识别处理，多源判据机制、PTPover E1 通信方式及时钟状态监测等功能点的规范和要求。

二、电力时间同步系统设备的的功能性

电力时间同步系统是主应用于电网，变电站，调度中心，自动化，电厂等对时间精度有要求的系统中，时间同步规范的改变，相对于对应的电力时钟同步系统也需要升级更新。针对于规范中的要求，我公司在原电力同步时钟系统设备中也做了相应的升级。

我公司现有标准产品，完全符合于电力时间同步系统规范的设备

主要为 SYN4505 型标准同步时钟和 SYN4505A 型时钟同步系统为主，完全满足于电力时钟规范要求，参考 2017 规程，列述如下：

1) 完全适用于数字及时间同步系统技术规范中对适用范围的界定要求；

2) 现标准电力时钟同步设备依据规范性引用文件中所列标准设计；

3) 规范中所列术语和定义，设备已全部涵盖，包含定义如下：

a. 协调世界时（以世界时作为基准）

b. 北京时间（我国标准时间，东八时区的标准区时）

c. 北斗卫星导航系统（我国自主发展，独立运行的卫星导航系统）

d. 全球定位系统（GPS）

e. 无线时间基准信号（以无线通信方式传播的时间基准信号）

f. 有线时间基准信号（以有线通信方式传播的时间基准信号）

g. 时间同步系统（能接收外部时间基准信号，并按照要求的时间准确度向外输出时间同步信号和时间信息的系统）

h. 时间同步网（由安装在不同地点的时间同步系统组成的网络）

i. 时间同步装置（通常包含主时钟和从时钟）

j. 主时钟（同时能接收不少于两种外部时间基准信号，具有内部时间基准，按照要求的时间准确度向外输出时间同步信号和时间信息的装置）

k. 从时钟（能同时接收主时钟通过有线传输方式发送的至少两

路时间同步信号，具有内部时间基准（晶振或原子频标），按照要求的时间准确度向外输出时间同步信号和时间信息的装置）

- l. 时间报文（包含时间信息的信息串）
- m. 秒脉冲（一种时间基准信号，每秒一个脉冲）
- n. 分脉冲（一种时间基准信号，每分一个脉冲）
- o. 时脉冲（一种时间基准信号，每时一个脉冲）
- p. 时间准确度（时钟装置输出的时间与标准时间的一致性程度）
- q. 时间同步准确度（被授时时钟输出的时间与授时时钟输出的时间一致性的程度）
- r. IRIG-B 码（一种串行时间交换码）
- s. 网络时间协议（一种通过网络服务于计算机时钟的同步时间协议）
- t. 钟差（有效的外部时间基准信号于本地时钟相位差）
- u. 闰秒（协调世界时刻与世界时刻之差保持在 ± 0.9 秒之内，必要时用阶跃 1 整秒的方式来调整，这个一整秒，称为闰秒）
- v. 闰日（阳历的平年有 365 日，与回归年比较，，每年相差 5 时 48 分 46 秒，所以每 4 年积成 1 日，加于 2 月成 29 日，这一天成为闰日）

4) 缩略语定义中所含定义标准等，已全部涵盖；

5) 数字同步网部分，对数字同步组网中层次结构和设备构成，对节点设备配置中一级节点配置要求，二级节点配置要求和三级节点配置要求，对同步定时链路组织中同步节点的输入基准，极长定时链

路的设计，频率基准传输链路的选择，数字同步网频率传送原则和利用 SDH 传送同步定时基准宜遵从原则，对 SDH 设备与 BITS 设备 SSM 信息的互通，对接口要求，对 BITS 设备的基本要求完全满足要求；

6) 时间同步系统中时间同步系统组成，时间同步系统配置，时间同步系统的组网符合配置要求；

7) 时间同步装置技术要求中时间同步装置组成，时间同步装置配置，时间同步装置的功能要求，时间同步装置的性能要求，时间同步输入信号，时间同步输出信号，守时性能，电网频率测量，时钟天线布设要求均可满足规定性能；

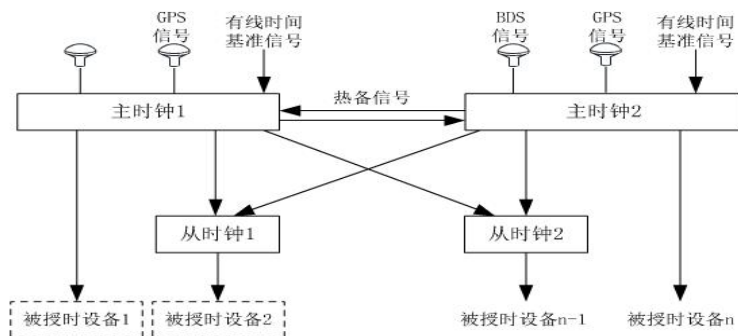
8) 同步网管系统中同步网管系统的组网，网管系统基本功能要求均满足规定；

9) 附录表中所附定点参数等，均可在系统中正常实现。

三、电力时间同步系统改进

1) 对时间同步系统装置、时间同步网和时间同步系统组成结构图作了技术性修改：

时间同步系统组成方式，主要采用基本式（由一台主时钟信号和信号传输介质组成），主从式（由一台主时钟，多台从时钟和信号传输介质组成），主备式（由两台主时钟，多台从时钟和信号传输介质组成）三种，下图为主备式时间同步系统的组成示意图：



主备式时间同步系统的组成

2) 增加了时间同步装置功能要求:

a. 主时钟可输出脉冲信号, IRIG-B 码, 串行口时间报文和网络时间报文, PTP 时间报文等;

b. 从时钟为主时钟的扩展输出装置, 可以单独输出一种时间同步信号, 也可同时输出多种时间同步信号;

c. 应输出用于被检测的 1PPS 脉冲信号 (TTL 电平);

d. 在失去外部时间基准信号时具备守时功能;

e. 具有输入或输出端传输延时补偿功能;

f. 如输出 NTP 或 SNTP, PTP 时间同步信号, 不同网络接口应该实现物理隔离;

g. 输出信号之间应互相电气隔离, 装置的电源输入和所有输出不应与装置内部弱电回路有电气联系;

h. 具有自复位能力; 时间同步装置复出时应不输出时间同步信号, 复位后应能恢复正常工作;

i. 面板上应有下列信息显示:

—电源状态指示;

—时钟同步信号输出指示灯 (正常: 1PPS 同步闪烁; 故障: 熄

灭或常亮)；

—外部时间基准信号状态指示；

—当前使用的时间基准信号；

—年，月，日，时，分，秒（北京时间）；

—故障信息。

j. 应有下列告警接点输出：

—电源中断告警；

—故障状态告警（保函卫星失步，IRIG-B 码失步等）

k. 具有本地日志保存功能，且存储不少于 200 条，能够对时间源日期跳变进行记录；

l. 状态信息宜采用 DL/T 860 或 DL/T634.5104 标准建模；

m. 装置在实现基准信号选择判据时，可采用预设优先级方式进行多源切换或采用加权式多元综合计算算法；

n. 装置应具备闰秒，闰日的处理功能，能接收上级时源给出的闰秒预告信号并正确执行和输出；

o. 特殊情况下，装置的核心部件（如守时时钟）宜采用双电路设计。

3) 引用了时间同步装置环境条件以及绝缘及电磁兼容性等要求
主要对工作环境条件，贮存，运输极限环境温度做了说明；

绝缘主要考虑绝缘电阻；

电磁兼容性主要说明了静电放电抗扰度，射频电磁场辐射抗扰度，电快速瞬变脉冲群抗扰度，浪涌抗扰度，工作磁场抗扰度，脉冲

磁场抗扰度，阻尼振荡磁场抗扰度，振荡波抗扰度。

4) 对时间同步输出信号作了技术性修改：

时间同步输出信号应支持脉冲信号，IRIG-B 码，串行口时间报文，网络时间报文等几种。

5) 增加对闰秒、闰日等预告、识别、处理的要求。

6) 增加了规范性文件、术语和定义、缩略语、附录 D 主备式时间同步系统的工作方式、附录 E 管理信息定义、附录 F 基准信号选择判据和附录 HPTP overE1 通信要求

四、时钟同步系统简介

4.1 时间同步过程

全球定位系统（GPS）是由美国国防部研制建立的一种具有全方位、全天候、全时段、高精度的卫星导航系统，由 24 颗卫星组成，分布在 6 条交点互隔 60° 的轨道面上，军民两用。北斗卫星导航系统是中国正在实施的自主发展、独立运行的全球卫星导航系统，由 5 颗静止轨道卫星和 30 颗非静止轨道卫星组成。以 GPS/北斗系统卫星上载有的精确时钟作为定时基准源，采用超短波无线电波授时的方法传播发布时间和频率的基准信息。电厂的时间同步系统通过天线和信号接收器接收和恢复基准信息，或通过光缆等有线传播接收其他（如调度端）外部基准信号，将基准信号与本地钟相应信息比对，扣除在传播路径上的时延及各种误差因素的影响，实现时钟同步。电厂时钟同步系统接收外部基准信息须能够在 GPS、北斗系统和其他基准信号源之间无缝切换。当时钟同步系统接收到外部基准信息时，与基准信

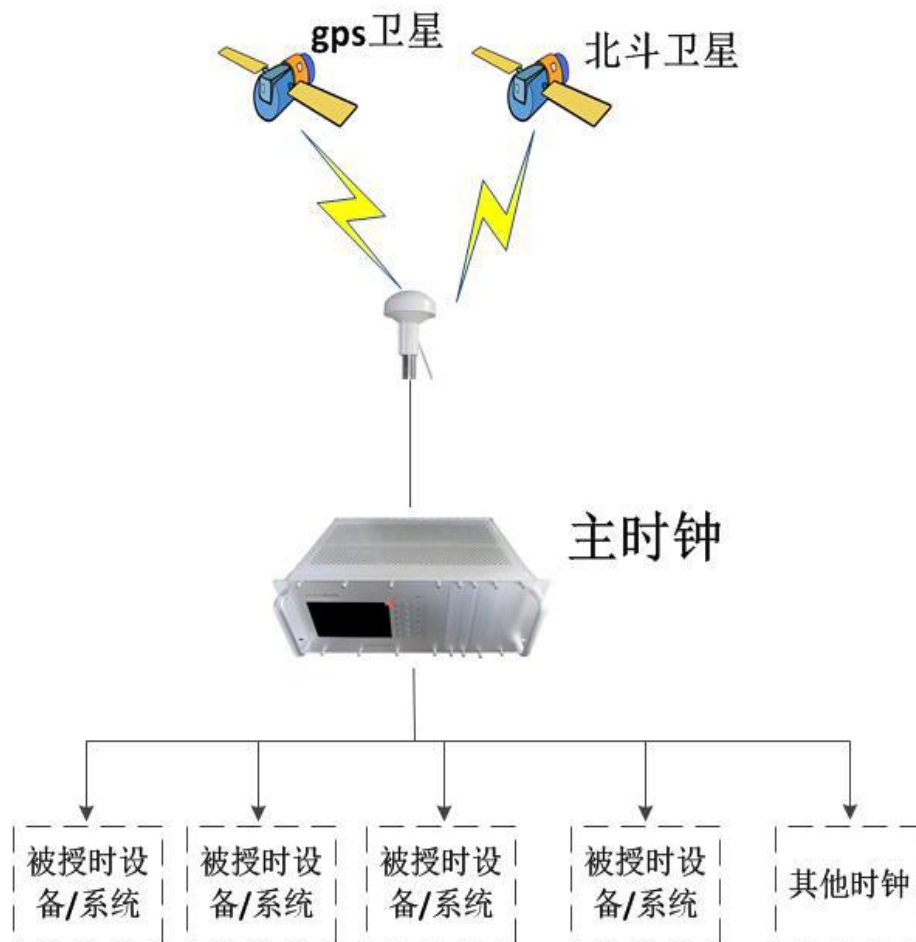
息同步；当时钟同步系统接收不到外部基准信息时，系统本身保持一定的走时准确度，使输出的时间同步信号仍能保证一定的准确度。当外部基准信息从消失到恢复时，系统自动切换到正常状态工作，与外部基准信息同步。

六、时钟同步系统结构

时钟同步系统主要包括主时钟（也称一级母钟）、从时钟（也称二级母钟）、子钟和时间服务器（其中一级母钟、二级母钟可根据需要配置扩展钟）等，系统采用树状的时间信息传递方式，由前端到后端逐级传递，后级与前级同步，同级之间相互独立，确保系统可靠工作。时钟同步系统结构可分为基本式、主从式、主备式3种。

6.1 基本式结构

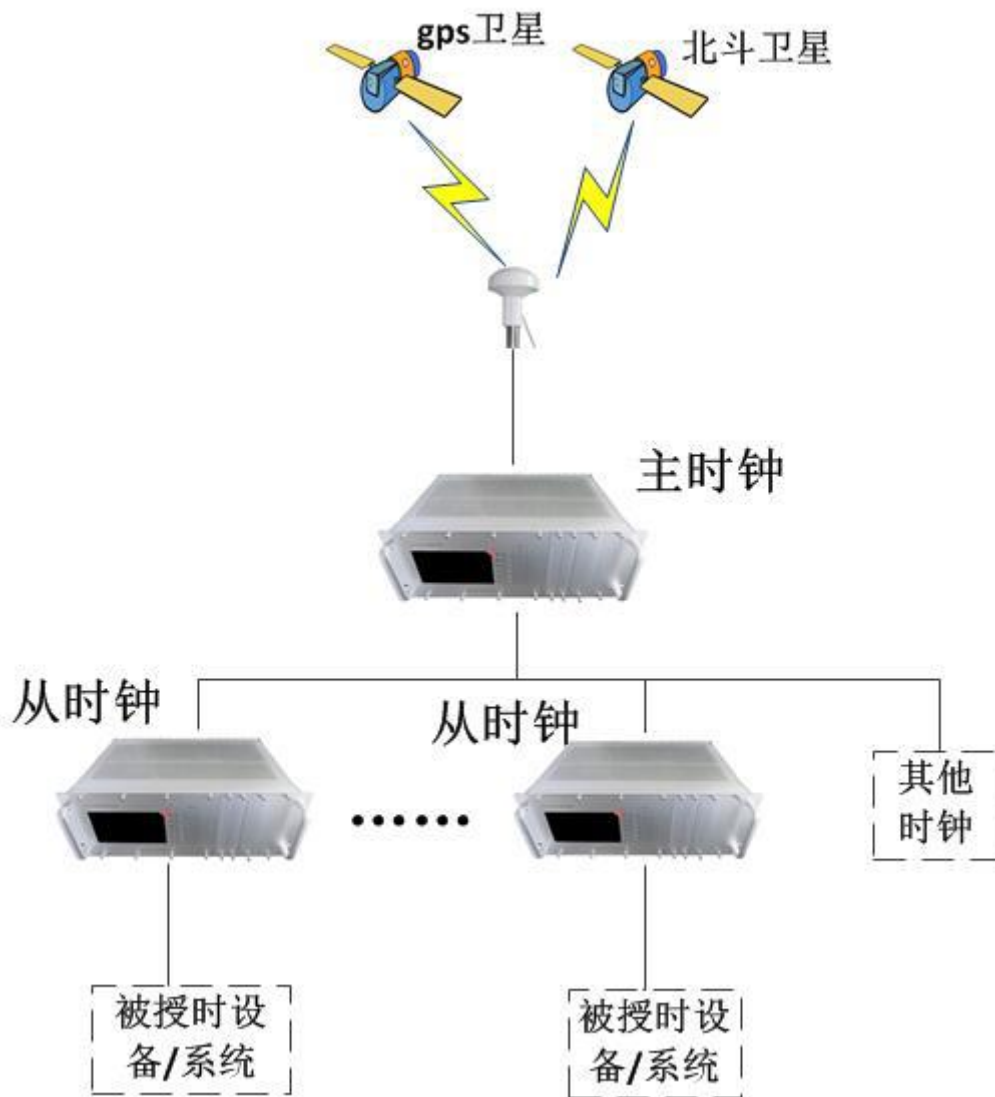
基本式时钟同步系统结构拓扑图如图1所示，



当时钟同步系统授时对象较少或授时对象分布较为紧凑时，通常会采用这种结构。

6.2 主从式结构

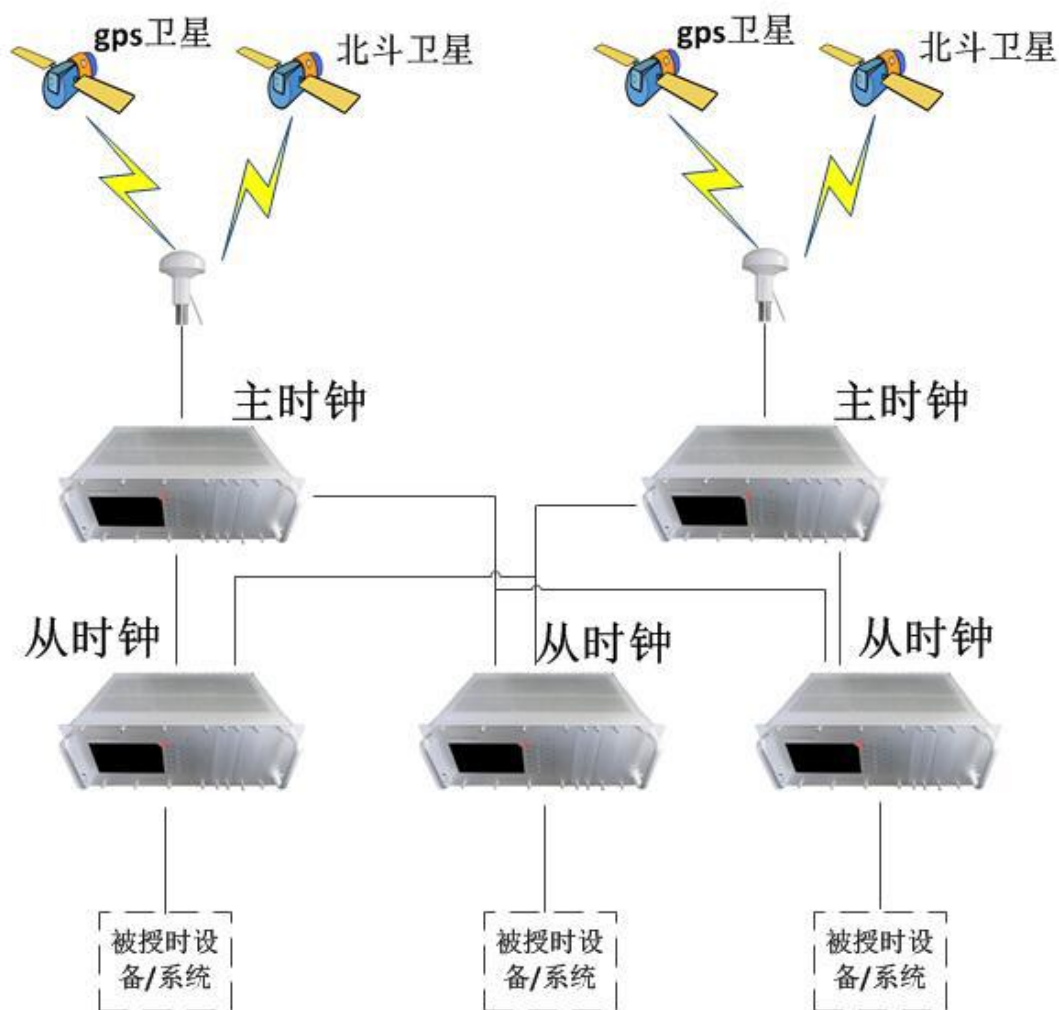
主从式时钟同步系统结构拓扑图如图 2 所示，



相较基本式结构，这种结构更灵活，也更能适应较为分散的授时对象。从时钟与主时钟之间采用光缆连接，可以方便地拉开物理距离，而不必过多的考虑信号的衰减和误差等因素。

6.3 主备式结构

主备式时钟同步系统结构拓扑图如图 3 所示，



这种结构既有充分的灵活性，能够适应较为分散的授时对象，又增加了信号源的数量，保证了基准信号的可靠性。

一级母钟作为时钟同步系统的基础核心设备，接收和处理外部基准信号，对接收的信号数据进行处理，得到标准时间信息，产生基准的时间和频率信号，将自身的时间精度校准，通过传输系统定期发送给本系统的下级设备、时间服务器及其他系统需要授时的设备，如仪控设备、继电保护设备、故障录波设备、通信设备等，并且通过控制管理计算机终端对时钟同步系统的主要设备及主要模块进行监控理。一级母钟可配置主机 1 套，或采用 2 套主机热备用的方式，每套主机

均包含 GPS 信号接收器、北斗系统信号接收器、天线、时间保持单元、时间输出单元等。

二级母钟接收并放大（如有必要）来自母钟的时间信号，扩展输出各种标准时间信号，为子钟和其他系统需要授时的设备提供时钟同步信号。二级母钟内配置主、备模块，具有守时功能，以保证在外部时钟同步信号失去时仍能保证高精度的时钟信号输出。

扩展钟是一级母钟及二级母钟的同级扩展设备。

子钟作为时间信息显示单元，为各区域工作人员提供准确的时间信息。子钟分为两种类型：室内型和室外型。正常工作状态下，子钟自动接收一级母钟 / 二级母钟的时间信号作为校时信号，对自身时间进行校准后正确显示，并发送本机工作状态的信息至母钟；异常情况下，子钟与上级母钟通讯中断后，仍能采用自身晶振产生的时间信号独立运行。时间服务器接受来自母钟的时间信号，按照一定的网络时间协议，如 MTP/SNTP、TIME/UDP，对其他网络设备进行授时。IRIG-B 码直流 B 码信号是现今继电保护设备、故障录波设备等较常采用的信号种类。

6.4 时钟同步系统方案分析

目前国内已建和在建的核电厂项目很多，各核电厂时钟同步系统方案也不尽相同，但大致上设计方案可以归结为以下 3 种类型：按机组设置时钟同步系统，辅助车间控制系统范围（包括网控楼）的授时对象接入某台机组时钟同步系统；按系统设置时钟同步系统，如按电气相关系统和仪器控制系统来考虑，电气相关系统包括继电保护、励

磁、网络化控制系统、故障录波、同步相量测量、通信等，仪器控制系统主要包括分散控制系统、汽轮机控制和保护设备等，另外，某些工程也会为部分设备设置单独时钟，如事件顺序记录（S O E）设备；全厂设置 1 套时钟同步系统。

站控层：自动化站级监视控制系统、站域控制、通信系统、对时系统等，实现面向全站设备的监视、控制、告警及信息交互功能，完成数据采集和监视控制（SCADA）、操作闭锁以及同步相量采集、电能量采集、保护信息管理等相关功能。

间隔层：继电保护装置、系统测控装置、监测功能组主 IED 等二次设备。

过程层：变压器、断路器、隔离开关、电流/电压互感器等一次设备及其所属的智能组件以及独立的智能电子装置。

七、时间同步方案

电力系统运行管理形成了以调度自动化系统为中心的主站系统，以电站监控(包括发电厂、变电站、开关站等)为主的子站系统。由于主站、子站系统运行模式不同，对授时精度要求也不同，本文分别给出其时间同步方案，同时也是《电力系统时间同步技术规范》推荐配置的方案。



2017 新规范对电力时间同步系统遇到的问题和不足，主要修订并规范了北斗卫星导航系统的应用方式，提高了时间同步系统在天基授时的可靠性，新增时间同步系统的基准信号选择判据，规范了系统在时间源选择，跟随等状态下的运行机制，避免产生错误时间信号以及时间跳变，进行有效的防误，新增时间同步系统的管理信息定义，达到监测和管理时间同步系统运行状态信息的目的，新增日志保存功能要求，有效进行异常或告警信息的查询和调用。

西安同步现有电力时间同步系统完全适用于新规范要求，满足电力对各种自动化系统的时间精度同步要求，对于新的电力项目上面对时间授时的功能，可直接与我公司业务人员沟通确定。